

## III-B 154

シールド掘進に伴う負荷土圧発生機構の基礎研究  
(洪積砂層を対象とした大型一面せん断要素実験)

中部電力電力技術研究所	正会員○西村 均
同 上	正会員 奥田 康三
日本工営中央研究所	中橋 貞雄
同 上	正会員 阪本 隆広
日本工営都市土木部	正会員 田中 弘

1. 研究の目的

従来のシールドトンネルの近接施工による影響検討は、地山応力解放による周辺地盤変状の数値解析が主流であった。これは、シールドと他構造物の離隔が極端に小さくなれば、テールボイド部の応力解放による影響が、シールドマシンと周辺地山との摩擦による影響や泥水・泥土圧により発生する負荷土圧による影響よりも大きくなるためである。しかし、離隔が小さくなる場合、摩擦や泥水・泥土圧により発生する負荷土圧の問題も無視できなくなることが考えられる。今後シールドの近接施工が増えることは確実であり、これまでよりも厳しい近接条件での施工が必要となる可能性も考えると、シールド掘進による地盤内負荷土圧の評価方法の確立が非常に重要な課題となる。本研究は、負荷土圧のメカニズムを解明することを目的としたものであり、今回は大型一面せん断試験機を用いた要素実験の結果を報告する。

2. 現場計測データ

図-1にシールド工事における近接基礎杭の鉄筋計データを示す。これより以下のことが読み取れ、シールド通過中に負荷土圧が発生していることを示唆している。

- ①切羽通過後に最大値を示し、テール通過に向かい、徐々に鉄筋応力度が減少している。
- ②シールド通過中に、杭が外側へ押し抜けられるような傾向が見られる（シールド側が圧縮挙動、外側が引張挙動）。
- ③杭がシールド進行方向（南）に引きずられるような挙動を示している（南側が引張挙動、北側が圧縮挙動）。

3. 大型一面せん断試験装置による要素実験

## (1) 実験試料及び実験ケース

実験に用いる試料は、砂質土を対象として名城変電所工事現場より採取した。採取試料はGL-8mの洪積の熱田層上部砂質土層D<sub>st</sub>である。D<sub>st</sub>層の粒度及び試験試料の物理特性を図-2に示す。D<sub>st</sub>層はやや固結しており、既存結果を見るとダイレイタンシーはやや密詰めの砂の挙動を示す。搅乱試料を用いる要素実験では、あらかじめ三軸試験を実施し、95%程度の密度においてダイレイタンシー挙動及びせん断強度が不搅乱状態とほぼ等しくなることを確認した。

表-1にケース一覧を示す。排水条件は地山による

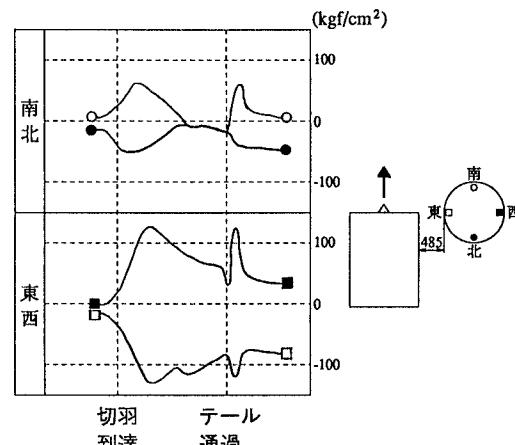


図-1 近接基礎杭の鉄筋応力度データ

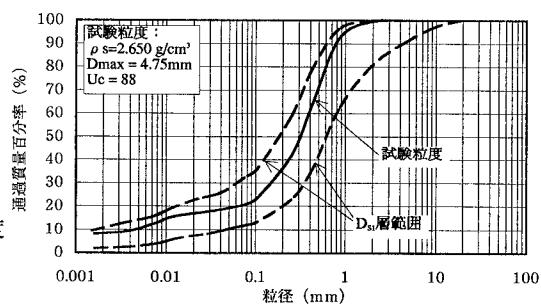


図-2 実験試料の物理特性

拘束が強い場合を想定して圧密定体積(圧密非排水)条件とし、密度及び圧密圧力を変化させた。

## (2) 実験装置

実験装置の模式図を図-3に示す。スキンプレート板模型はSS400の平板とし、せん断面は圧延されたままの表面状態とした。せん断箱は幅80cm、長さ80cm、高さ50cmの直方体で砂質土を密度管理により7層で締固めた。砂質土内部の各4カ所に鉛直方向及び水平方向の土中土圧計を設置した。またせん断中に発生する回転力をトルク柄で制御し水平を保つ機構となっている。

### (3) 実験結果

実験は所定の垂直圧力による圧密が終了した後にせん断に移行した。圧密は10分程度で終了し、せん断速度は5mm/min.のひずみ制御で、せん断中には鉛直変位が生じないように垂直圧力を増減した。

せん断変位とせん断応力の関係は、初期の静止摩擦は変位1mmほどで切れ、その後はほぼ一定値を示した。摩擦係数は密度の低いものから0.47、0.51、0.57(φ25.2°~29.7度)を示した。またせん断面は砂層と板の境界で卓越した。

せん断中に体積を一定に保つために制御した垂直圧力は、密度が高いほど、垂直圧力が小さいほど増加側で、圧密圧力 $0.5\text{kgf/cm}^2$ では全ケースでせん断終期にはダイレイタンシーは正に転じた。

土圧計測値のうち、増加傾向が見られたNo.3、No.4の鉛直土圧についてせん断開始からの変化として図-4、5に示す。図-4より、密度が大きくなるとせん断面に垂直な方向の負荷土圧が増加する様子が見られ、No.3がピークを示した後にNo.4に移る様子がわかる。D値98%の密度の場合、増分値は圧密圧力と同程度の値を示し、載荷板上部で計測される増分値の約7倍を示した。

また図-5より、圧密圧力が変化する場合、圧力が高い程ダイレイタンシーは収縮側で、せん断中は初期の垂直圧力より減少させる制御を実施したが、土圧の変化としては相似的な動きを示す。

#### 4. あとがき

土内部ではなく、土とスキンプレート板とのせん断においても、ダイレイタンシー現象が見られ、膨張であれば、かなりの土圧増加がせん断面に近い部分でせん断面に垂直な方向にも発生することが確認された。

また一面せん断試験供試体内の応力及びひずみの分布は複雑であることが推察された。

表-1 要素実験ケース一覧  
(D値は1×Ecの締固め試験による)

Case	压密压力 $\sigma$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	供试体初期状态				
		乾燥密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	含水比 W <sub>o</sub> (%)	間隙比 e <sub>o</sub>	飽和度 S <sub>ro</sub> (%)	D 值 (%)
1	0.5	1.471	18.6	0.802	61.5	88.6
2	1.0	1.471	18.6	0.802	61.5	88.6
3	0.5	1.578	15.8	0.679	61.5	95.0
4	1.0	1.578	15.8	0.679	61.5	95.0
5	2.0	1.578	15.8	0.679	61.5	95.0
6	0.5	1.628	14.6	0.628	61.5	98.0

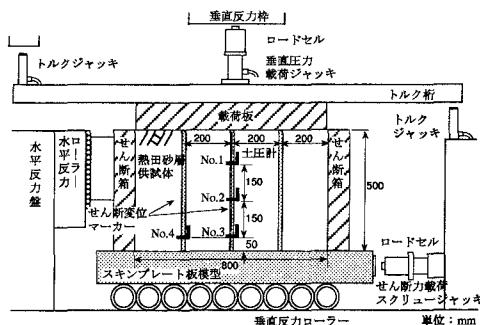


図-3 実験装置の模式図

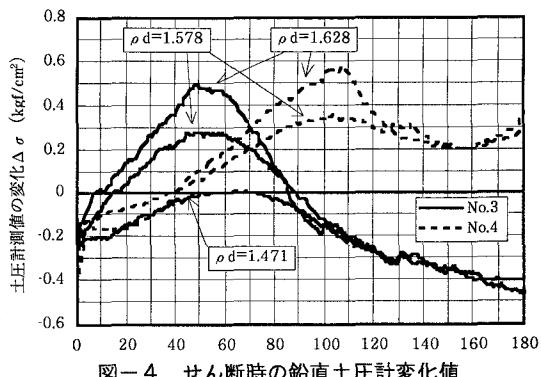


図-4 せん断時の鉛直土圧計変化値  
(圧密圧力  $\sigma = 0.5 \text{kgf/cm}^2$ )

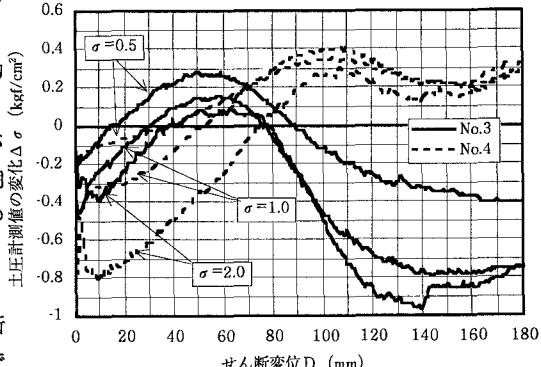


図-5 せん断時の鉛直土圧計変化値 (D値95%)